

【特許請求の範囲】

【請求項1】 トンネル障壁層と、前記トンネル障壁層の一方の側に配置され外部磁界に応じて磁化方向が自由に変化する強磁性膜からなる自由層と、前記トンネル障壁層の他方の側に配置され磁化方向が固定された強磁性膜からなる固定層と、前記固定層に交換結合磁界を及ぼす反強磁性膜とを備える積層膜と、前記積層膜を挟む一対の電極とを含むスピントンネル型磁気抵抗効果ヘッドにおいて、

前記固定層はbcc強磁性膜であり、前記反強磁性膜は不規則相を有するCrMn系反強磁性膜であることを特徴とするスピントンネル型磁気抵抗効果ヘッド。

【請求項2】 トンネル障壁層と、前記トンネル障壁層の一方の側に配置され外部磁界に応じて磁化方向が自由に変化する強磁性膜からなる自由層と、前記トンネル障壁層の他方の側に配置され磁化方向が固定された強磁性膜からなる固定層と、前記固定層に交換結合磁界を及ぼす反強磁性膜とを備える積層膜と、前記積層膜を挟む一対の電極とを含むスピントンネル型磁気抵抗効果ヘッドにおいて、

前記固定層は前記トンネル障壁層側に配置されたbcc強磁性膜と前記トンネル障壁層から遠い側に配置されたfcc強磁性膜との積層構造を有し、前記反強磁性膜は規則相の面心正方晶構造を有する反強磁性膜であることを特徴とするスピントンネル型磁気抵抗効果ヘッド。

【請求項3】 トンネル障壁層と、前記トンネル障壁層の一方の側に配置され外部磁界に応じて磁化方向が自由に変化する強磁性膜からなる自由層と、前記トンネル障壁層の他方の側に配置され磁化方向が固定された強磁性膜からなる固定層と、前記固定層に交換結合磁界を及ぼす反強磁性膜とを備える積層膜と、前記積層膜を挟む一対の電極とを含むスピントンネル型磁気抵抗効果ヘッドにおいて、

前記自由層は前記トンネル障壁層側に配置されたbcc強磁性膜と前記トンネル障壁層から遠い側に配置されたfcc強磁性膜との積層構造を有することを特徴とするスピントンネル型磁気抵抗効果ヘッド。

【請求項4】 トンネル障壁層と、前記トンネル障壁層の一方の側に配置され外部磁界に応じて磁化方向が自由に変化する強磁性膜からなる自由層と、前記トンネル障壁層の他方の側に配置され磁化方向が固定された強磁性膜からなる固定層と、前記固定層に交換結合磁界を及ぼす反強磁性膜とを備える積層膜と、前記積層膜を挟む一対の電極とを含むスピントンネル型磁気抵抗効果ヘッドにおいて、

前記自由層は前記トンネル障壁層側に配置されたbcc強磁性膜と前記トンネル障壁層から遠い側に配置されたfcc強磁性膜との積層構造を有し、前記固定層はbcc強磁性膜であり、前記反強磁性膜は不規則相を有するCrMn系反強磁性膜であることを特徴とするスピント

ンネル型磁気抵抗効果ヘッド。

【請求項5】 トンネル障壁層と、前記トンネル障壁層の一方の側に配置され外部磁界に応じて磁化方向が自由に変化する強磁性膜からなる自由層と、前記トンネル障壁層の他方の側に配置され磁化方向が固定された強磁性膜からなる固定層と、前記固定層に交換結合磁界を及ぼす反強磁性膜とを備える積層膜と、前記積層膜を挟む一対の電極とを含むスピントンネル型磁気抵抗効果ヘッドにおいて、

10 前記自由層は前記トンネル障壁層側に配置されたbcc強磁性膜と前記トンネル障壁層から遠い側に配置されたfcc強磁性膜との積層構造を有し、前記固定層は前記トンネル障壁層側に配置されたbcc強磁性膜と前記トンネル障壁層から遠い側に配置されたfcc強磁性膜との積層構造を有し、前記反強磁性膜は規則相の面心正方晶構造を有する反強磁性膜であることを特徴とするスピントンネル型磁気抵抗効果ヘッド。

【請求項6】 磁気記録媒体と、前記磁気記録媒体に対して情報の書き込み又は読み出しを行う磁気ヘッドと、
20 前記磁気ヘッドを前記磁気記録媒体上の所定の位置へ移動させる磁気ヘッド駆動手段とを含む磁気記録再生装置において、

前記磁気ヘッドは、トンネル障壁層と、前記トンネル障壁層の一方の側に配置され前記トンネル障壁層側に配置されたbcc強磁性膜と前記トンネル障壁層から遠い側に配置されたfcc強磁性膜との積層構造を有し外部磁界に応じて磁化方向が自由に変化する強磁性膜からなる自由層と、前記トンネル障壁層の他方の側に配置され磁化方向が固定されたbcc強磁性膜からなる固定層と、
30 前記固定層に交換結合磁界を及ぼす不規則相を有するCrMn系反強磁性膜とを備える積層膜と、前記積層膜を挟む一対の電極とを含むスピントンネル型磁気抵抗効果ヘッド、あるいはトンネル障壁層と、前記トンネル障壁層の一方の側に配置され前記トンネル障壁層側に配置されたbcc強磁性膜と前記トンネル障壁層から遠い側に配置されたfcc強磁性膜との積層構造を有し外部磁界に応じて磁化方向が自由に変化する強磁性膜からなる自由層と、前記トンネル障壁層の他方の側に配置され前記トンネル障壁層側に配置されたbcc強磁性膜と前記トンネル障壁層から遠い側に配置されたfcc強磁性膜との積層構造を有し磁化方向が固定された強磁性膜からなる固定層と、前記固定層に交換結合磁界を及ぼす規則相の面心正方晶構造を有する反強磁性膜とを備える積層膜と、前記積層膜を挟む一対の電極とを含むスピントンネル型磁気抵抗効果ヘッドを備えることを特徴とする磁気記録再生装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、スピントンネル型磁気抵抗効果ヘッドと、該スピントンネル型磁気抵抗効

果ヘッドを使用し、情報を読み書きする磁気記録再生装置に関する。

【0002】

【従来の技術】スピントンネル型磁気抵抗効果ヘッドは、(絶縁)障壁層によって分離された強磁性膜(1)と強磁性膜(2)を含む適切な物質上に形成された積層構造を含有する。代表的なスピントンネル型磁気抵抗効果ヘッドの積層構造は強磁性膜(1)/障壁層/強磁性膜(2)/反強磁性膜である。ここで、最上層が反強磁性膜、最下層が強磁性膜(1)であり、以下の積層膜もこのように表記する。強磁性膜のひとつ、強磁性膜(2)の磁化方向は、外部印加磁場ゼロで、強磁性膜(1)の磁化方向と垂直に固定されている。この強磁性膜(2)の磁化方向の固定は、反強磁性膜を隣接させ、反強磁性膜と強磁性膜(2)との交換結合により、強磁性膜(2)に一方方向異方性エネルギーを付与することによりなされる。そのため、強磁性膜(2)は固定層と呼ばれており、本明細書においても、固定層なる表現を用いることにする。固定層の代表的な磁化の固定方向は浮上面と垂直な方向である。一方、強磁性膜(1)の磁化方向は、外部磁場によって自由に回転することができるために、自由層と呼ばれている。スピントンネル型磁気抵抗効果ヘッドでは、磁性媒体から発生する磁界を印加磁界として、この磁界に応じて自由層の磁化方向が自由に回転し、その結果、固定層の磁化方向と自由層の磁化方向のなす角度に変化が生ずる。スピントンネル型磁気抵抗効果ヘッドは、これら固定層と自由層の磁化方向のなす角度の変化に応じて電気抵抗が変化することを利用して磁性媒体からの磁気的信号を電気的信号に変換する磁気抵抗トランスデューサーである。

【0003】実用的なスピントンネル型磁気抵抗効果ヘッドが、Appl. Phys. Lett., 76, 2424 (2000)に記載されている。そこには、下部電極上に、外部磁界に応じて磁化方向が自由に変化するfcc(face-centered cubic structure: 面心立方構造)強磁性膜より構成される自由層と、AlO_xバリア層と、反強磁性膜により磁化方向が固定されるfcc強磁性膜より構成される固定層と、PtMn系反強磁性膜と、上部電極と、を含み、順次積層して構成されたスピントンネル型磁気抵抗効果ヘッドが記載されており、そのスピントンネル型磁気抵抗変化(以下、TMR比と呼ぶ。)は、約30%にも達すると述べられている。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】記録密度の十分に高い磁気記録再生装置を実現するためには、従来構造より高出力なスピントンネル型磁気抵抗効果ヘッドを実現する必要がある。本発明の目的は、従来構造より高出力なスピントンネル型磁気抵抗効果ヘッドを提供することにある。本発明の他の目的は、そのようなスピントンネル型磁気抵抗効果ヘッドを用いた磁気記録再生装置を提供す

ることにある。

【0005】

【課題を解決するための手段】スピントンネル型磁気抵抗効果ヘッドのTMR比理論値は、 $2P_1 P_2 / (1 - P_1 P_2)$ で記述される。ここで、 P_1 、 P_2 は、障壁層に接している自由層(強磁性膜)、固定層(強磁性膜)のスピンス分極率である。Appl. Phys. Lett., 76, 2424 (2000)では、自由層、固定層をともにfcc-Co₉₀Fe₁₀膜としている。図8に示すように、fcc-Co₉₀Fe₁₀膜のスピンス分極率Pは0.35であり、TMR比= $2P_1 P_2 / (1 - P_1 P_2)$ の関係式を用いると、TMR比は約28%と見積もられる。この理論値は前記文献記載の実験値約30%とよく一致している。このことから、TMR比は、理論値で議論しても問題はないと考えられ、以下では理論値を用いて説明を展開する。

【0006】TMR比= $2P_1 P_2 / (1 - P_1 P_2)$ なる関係式から、スピントンネル型磁気抵抗効果ヘッドのTMR比を向上させるためには、スピンス分極率 P_1 、 P_2 を大きくすればよいことがわかる。一般に、スピンス分極率Pは、fcc強磁性体よりもbcc(body-centered cubic structure: 体心立方構造)強磁性体の方が大きいことが知られている。このことから、従来構造より高出力なスピントンネル型磁気抵抗効果ヘッドとするためには、障壁層に接している、自由層、固定層のいずれか片方、あるいは両方をbcc強磁性体とすればよいことがわかる。しかしながら、従来構造よりも高出力なスピントンネル型磁気抵抗効果ヘッドとすべく、単に、自由層、固定層のいずれか片方、あるいは両方をbcc強磁性体とするだけでは、スピントンネル型磁気抵抗効果ヘッドとして機能しない。

【0007】なぜならば、たとえば、自由層としてbcc強磁性膜を選択した場合には、bcc強磁性膜は軟磁気特性が悪いことから自由層として機能しないという問題が発生するからである。また、固定層としてbcc強磁性膜を選択した場合には、bcc強磁性膜と従来のスピンスバルブ型巨大磁気抵抗効果ヘッド(GMRヘッド)で採用されているPtMn系反強磁性膜との交換結合磁界は小さく、その結果、固定層として機能しないという問題も発生する。

【0008】従って、従来構造よりも高出力なスピントンネル型磁気抵抗効果ヘッドとすべく、bcc強磁性膜を採用したスピントンネル型磁気抵抗効果ヘッドを実現するためには、(1)障壁層に接している、自由層、固定層のいずれか片方、あるいは両方をbcc強磁性膜とした上で、(2)自由層としてbcc強磁性膜を選択した場合には、自由層の軟磁気特性を改善する手段を設ける、(3)固定層としてbcc強磁性膜を採用した場合には、bcc強磁性膜と十分に大きな交換結合磁界を確保できる手段を設ける、ことの3点を、同時に満足でき

る素子構造を実現する必要がある。本発明者らは、これら3点を満足できるヘッド構造を見出し、本発明を完成するに至った。

【0009】本発明によるスピントネル型磁気抵抗効果ヘッドは、また、トンネル障壁層と、トンネル障壁層の一方の側に配置され外部磁界に応じて磁化方向が自由に変化する強磁性膜からなる自由層と、トンネル障壁層の他方の側に配置され磁化方向が固定された強磁性膜からなる固定層と、固定層に交換結合磁界を及ぼす反強磁性膜とを備える積層膜と、前記積層膜を挟む一対の電極とを含むスピントネル型磁気抵抗効果ヘッドにおいて、固定層はbcc強磁性膜であり、反強磁性膜は不規則相を有するCrMn系反強磁性膜、より詳細には、不規則相のbcc-like構造を有するCrMn系反強磁性膜であることを特徴とする。

【0010】不規則相のbcc-like構造とはCrMn系反強磁性膜自身が有する自発歪みにより、bcc構造よりわずかに歪んだ構造をいう。具体的には、 c/a 比 >1 になっていることから、体心正方晶(body centered tetragonal: bct)構造のように歪んだ結晶構造をいい、不規則相のbcc-like構造を有するCrMn系反強磁性膜には、CrMnPt反強磁性膜、CrMnRh反強磁性膜、CrMnPd反強磁性膜、CrMnAu反強磁性膜、CrMnAg反強磁性膜、CrMnCo反強磁性膜、CrMnCu反強磁性膜が含まれる(不規則相のbcc-like構造を有するCrMn系反強磁性膜については、日本応用磁気学会誌 22, 1262-1267 (1998)参照)。

【0011】本発明によるスピントネル型磁気抵抗効果ヘッドは、また、トンネル障壁層と、トンネル障壁層の一方の側に配置され外部磁界に応じて磁化方向が自由に変化する強磁性膜からなる自由層と、トンネル障壁層の他方の側に配置され磁化方向が固定された強磁性膜からなる固定層と、固定層に交換結合磁界を及ぼす反強磁性膜とを備える積層膜と、前記積層膜を挟む一対の電極とを含むスピントネル型磁気抵抗効果ヘッドにおいて、固定層は前記トンネル障壁層側に配置されたbcc強磁性膜とトンネル障壁層から遠い側に配置されたfcc強磁性膜との積層構造を有し、反強磁性膜は規則相の面心正方晶構造を有する反強磁性膜であることを特徴とする。

【0012】規則相の面心正方晶(face centered tetragonal: fct)構造を有する反強磁性膜には、PtMn反強磁性膜、NiMn反強磁性膜、PdMn反強磁性膜、AuMn反強磁性膜、(PdPt)Mn反強磁性膜が含まれる。

【0013】本発明によるスピントネル型磁気抵抗効果ヘッドは、トンネル障壁層と、トンネル障壁層の一方の側に配置され外部磁界に応じて磁化方向が自由に変化する強磁性膜からなる自由層と、トンネル障壁層の他方

の側に配置され磁化方向が固定された強磁性膜からなる固定層と、固定層に交換結合磁界を及ぼす反強磁性膜とを備える積層膜と、前記積層膜を挟む一対の電極とを含むスピントネル型磁気抵抗効果ヘッドにおいて、自由層は前記トンネル障壁層側に配置されたbcc強磁性膜とトンネル障壁層から遠い側に配置されたfcc強磁性膜との積層構造を有することを特徴とする。

【0014】本発明によるスピントネル型磁気抵抗効果ヘッドは、また、トンネル障壁層と、トンネル障壁層の一方の側に配置され外部磁界に応じて磁化方向が自由に変化する強磁性膜からなる自由層と、トンネル障壁層の他方の側に配置され磁化方向が固定された強磁性膜からなる固定層と、固定層に交換結合磁界を及ぼす反強磁性膜とを備える積層膜と、前記積層膜を挟む一対の電極とを含むスピントネル型磁気抵抗効果ヘッドにおいて、自由層は前記トンネル障壁層側に配置されたbcc強磁性膜とトンネル障壁層から遠い側に配置されたfcc強磁性膜との積層構造を有し、固定層はbcc強磁性膜であり、反強磁性膜は不規則相を有するCrMn系反強磁性膜であることを特徴とする。

【0015】本発明によるスピントネル型磁気抵抗効果ヘッドは、また、トンネル障壁層と、トンネル障壁層の一方の側に配置され外部磁界に応じて磁化方向が自由に変化する強磁性膜からなる自由層と、トンネル障壁層の他方の側に配置され磁化方向が固定された強磁性膜からなる固定層と、固定層に交換結合磁界を及ぼす反強磁性膜とを備える積層膜と、前記積層膜を挟む一対の電極とを含むスピントネル型磁気抵抗効果ヘッドにおいて、自由層は前記トンネル障壁層側に配置されたbcc強磁性膜とトンネル障壁層から遠い側に配置されたfcc強磁性膜との積層構造を有し、固定層は前記トンネル障壁層側に配置されたbcc強磁性膜とトンネル障壁層から遠い側に配置されたfcc強磁性膜との積層構造を有し、反強磁性膜は規則相の面心正方晶構造を有する反強磁性膜であることを特徴とする。

【0016】以下に、本発明によるスピントネル型磁気抵抗効果ヘッドの好適例を列挙する。ただし、本発明は、この好適例だけに限定されるものではない。

(1) 下部電極上に、外部磁界に応じて磁化方向が自由に変化するfcc強磁性膜とbcc強磁性膜より構成される自由層と、障壁層と、反強磁性膜により磁化方向が固定されるbcc強磁性膜より構成される固定層と、CrMn系反強磁性膜と、上部電極とを順次積層して構成されるスピントネル型磁気抵抗効果ヘッド。

【0017】(2) 下部電極上に、外部磁界に応じて磁化方向が自由に変化するfcc強磁性膜とbcc強磁性膜より構成される自由層と、障壁層と、反強磁性膜により磁化方向が固定されるbcc強磁性膜とfcc強磁性膜より構成される固定層と、PtMn反強磁性膜と、上部電極とを順次積層して構成されるスピントネル型磁

気抵抗効果ヘッド。

【0018】(3) 下部電極上に、PtMn反強磁性膜と、反強磁性膜により磁化方向が固定されるfcc強磁性膜とbcc強磁性膜より構成される固定層と、障壁層と、外部磁界に応じて磁化方向が自由に变化するbcc強磁性膜とfcc強磁性膜より構成される自由層と、上部電極とを順次積層して構成されるスピントンネル型磁気抵抗効果ヘッド。

【0019】(4) 下部電極上に、外部磁界に応じて磁化方向が自由に变化するfcc強磁性膜より構成される自由層と、障壁層と、反強磁性膜により磁化方向が固定されるbcc強磁性膜より構成される固定層と、CrMn系反強磁性膜と、上部電極とを順次積層して構成されるスピントンネル型磁気抵抗効果ヘッド。

【0020】(5) 下部電極上に、外部磁界に応じて磁化方向が自由に变化するfcc強磁性膜より構成される自由層と、障壁層と、反強磁性膜により磁化方向が固定されるbcc強磁性膜とfcc強磁性膜より構成される固定層と、PtMn反強磁性膜と、上部電極とを順次積層して構成されるスピントンネル型磁気抵抗効果ヘッド。

【0021】(6) 下部電極上に、PtMn反強磁性膜と、反強磁性膜により磁化方向が固定されるfcc強磁性膜とbcc強磁性膜より構成される固定層と、障壁層と、外部磁界に応じて磁化方向が自由に变化するfcc強磁性膜より構成される自由層と、上部電極とを順次積層して構成されるスピントンネル型磁気抵抗効果ヘッド。

【0022】本発明による磁気記録再生装置は、磁気記録媒体と、磁気記録媒体に対して情報の書き込み又は読み出しを行う磁気ヘッドと、磁気ヘッドを磁気記録媒体上の所定の位置へ移動させる磁気ヘッド駆動手段とを含む磁気記録再生装置において、磁気ヘッドは、トンネル障壁層と、トンネル障壁層の一方の側に配置されトンネル障壁層側に配置されたbcc強磁性膜とトンネル障壁層から遠い側に配置されたfcc強磁性膜との積層構造を有し外部磁界に応じて磁化方向が自由に变化する強磁性膜からなる自由層と、トンネル障壁層の他方の側に配置され磁化方向が固定されたbcc強磁性膜からなる固定層と、固定層に交換結合磁界を及ぼす不規則相を有するCrMn系反強磁性膜とを備える積層膜と、積層膜を挟む一対の電極とを含むスピントンネル型磁気抵抗効果ヘッド、あるいはトンネル障壁層と、トンネル障壁層の一方の側に配置されトンネル障壁層側に配置されたbcc強磁性膜とトンネル障壁層から遠い側に配置されたfcc強磁性膜との積層構造を有し外部磁界に応じて磁化方向が自由に变化する強磁性膜からなる自由層と、トンネル障壁層の他方の側に配置されトンネル障壁層側に配置されたbcc強磁性膜とトンネル障壁層から遠い側に配置されたfcc強磁性膜との積層構造を有し磁化方向

が固定された強磁性膜からなる固定層と、固定層に交換結合磁界を及ぼす規則相の面心正方晶構造を有する反強磁性膜とを備える積層膜と、積層膜を挟む一対の電極とを含むスピントンネル型磁気抵抗効果ヘッドを備えることを特徴とする。

【0023】

【発明の実施の形態】以下、図面を参照して本発明の実施の形態を説明する。

〔実施例1〕図1は、本発明によるスピントンネル型磁気抵抗効果ヘッドの構造例を示す拡大断面図である。このスピントンネル型磁気抵抗効果ヘッドは、下部電極500上に、外部磁界に応じて磁化方向が自由に变化するfcc強磁性膜101とbcc強磁性膜100より構成される自由層と、障壁層(バリア層)400と、反強磁性膜により磁化方向が固定されるbcc強磁性膜200より構成される固定層と、CrMnPt反強磁性膜300と、上部電極501とを含み、順次積層して構成される。素子両端部には、バルクハウゼンノイズを抑制するための、たとえば、アルミナ絶縁膜600/CoCrPtハード膜(硬磁性膜)700/アルミナ絶縁膜600を配置した。

【0024】代表的な材料、膜厚は、以下の通りである。下部電極500は、Ru膜より構成され、膜厚は50nmである。fcc強磁性膜101は、Ni₈₁Fe₁₉膜より構成され、膜厚は10nmである。bcc強磁性膜100はFe膜より構成され、膜厚は2nmである。バリア層400は、AlO_x膜より構成され、膜厚は0.8nmである。bcc強磁性膜200はFe膜より構成され、膜厚は3nmである。(CrMn)Pt₁₀(Cr:Mn=1:1)反強磁性膜300の膜厚は、20nmである。上部電極501は、Ru膜より構成され、膜厚は50nmである。

【0025】本実施例では、バリア層400に接している、bcc強磁性膜100(自由層)とbcc強磁性膜200(固定層)に、Fe膜を採用している。図7、8に示すように、Fe膜のスピンス分極率Pは、0.40であり、TMR比38%が得られる。また、図7、8に示すように、bcc強磁性膜100(自由層)とbcc強磁性膜200(固定層)に、Ni₂₅Fe₇₅膜を採用した場合には、Ni₂₅Fe₇₅膜のスピンス分極率Pは、0.47であることから、TMR比57%が得られる。このように、バリア層400に接している強磁性膜の両方をbcc強磁性膜とすることにより、従来技術よりも大きなTMR比を確保できる。

【0026】次に、自由層の軟磁気特性について説明する。一般に、bcc強磁性膜は、軟磁気特性があまりよくないことで知られている。よって、bcc強磁性膜単層では自由層として機能しない。本発明では、上述のように、bcc強磁性膜100の下側に軟磁気特性に優れたfcc強磁性膜101を配置している。自由層をfcc

c強磁性膜/bcc強磁性膜2層構成とすることで、軟磁気特性を確保した。

【0027】最後に、固定層の交換結合磁界について説明する。固定層をbcc強磁性膜とした場合、従来のGMRヘッドで用いられているPtMn反強磁性膜をbcc強磁性膜の上方に形成しても、十分な交換結合磁界が得られない。PtMn反強磁性膜はfct (face centered tetragonal) の結晶構造を有しており、bcc強磁性膜上にはfctのPtMn反強磁性膜はエピタキシャル成長できないためである。

【0028】これに対し、図7に示すように、bcc強磁性膜とCrMnPt反強磁性膜との交換結合により発生する一方向異方性エネルギー一定数 K_e は、約 $0.14 - 0.345 \text{ erg/cm}^2$ ($0.00014 - 0.00345 \text{ J/m}^2$)と大きく、ブロッキング温度 T_B も $320 - 380^\circ\text{C}$ と高い。たとえば、Fe膜3nmの場合、Fe膜とCrMnPt反強磁性膜との交換結合磁界 H_{ex} は、 $K_e = t M_s H_{ex}$ (t : 強磁性膜厚、 M_s : 強磁性膜の飽和磁化) なる関係式より換算すると、約 $300 - 7000 \text{ e}$ ($3.77 - 8.79 \text{ A/m}$)であり、十分に大きい。よって、bcc強磁性膜上にCrMnPt反強磁性膜を配置することで、十分な交換結合磁界を確保できる。

【0029】〔実施例2〕図2は、本発明によるスピントンネル型磁気抵抗効果ヘッドの他の構造例を示す拡大断面図である。このスピントンネル型磁気抵抗効果ヘッドは、下部電極500上に、外部磁界に応じて磁化方向が自由に変化するfcc強磁性膜101とbcc強磁性膜100より構成される自由層と、障壁層400と、反強磁性膜により磁化方向が固定されるbcc強磁性膜200とfcc強磁性膜201より構成される固定層と、PtMn反強磁性膜300と、上部電極501とを含み、順次積層して構成される。素子両端部には、バルクハウゼンノイズを抑制するための、たとえば、アルミナ絶縁膜600/CoCrPtハード膜700/アルミナ絶縁膜600を配置した。

【0030】代表的な材料、膜厚は、以下の通りである。下部電極500は、Ru膜より構成され、膜厚は50nmである。fcc強磁性膜101は、Ni₈₁Fe₁₉膜より構成され、膜厚は10nmである。bcc強磁性膜100はFe膜より構成され、膜厚は2nmである。バリア層400は、AlO_x膜より構成され、膜厚は0.8nmである。bcc強磁性膜200は、Fe膜より構成され、膜厚は1.5nmである。fcc強磁性膜201は、Co₉₀Fe₁₀膜より構成され、膜厚は1.5nmである。Pt₅₀Mn₅₀反強磁性膜300の膜厚は、20nmである。上部電極501は、Ru膜より構成され、膜厚は50nmである。

【0031】本実施例では、バリア層400に接している、bcc強磁性膜100 (自由層) とbcc強磁性膜

200 (固定層) に、Fe膜を採用している。図7、8に示すように、Fe膜のスピンス分極率 P は、0.40であり、TMR比38%が得られる。また、図7、8に示すように、bcc強磁性膜100 (自由層) とbcc強磁性膜200 (固定層) に、Ni₂₅Fe₇₅膜を採用した場合には、Ni₂₅Fe₇₅膜のスピンス分極率 P は、0.47であることから、TMR比57%が得られる。このように、バリア層に接している強磁性膜の両方をbcc強磁性膜とすることにより、従来技術よりも大きなTMR比を確保できる。

【0032】次に、自由層の軟磁気特性について説明する。一般に、bcc強磁性膜は、軟磁気特性があまりよくないことで知られている。よって、bcc強磁性膜単層では自由層として機能しない。本発明では、上述のように、bcc強磁性膜100の下側に軟磁気特性に優れたfcc強磁性膜101を配置している。自由層をfcc強磁性膜/bcc強磁性膜2層構成とすることで、軟磁気特性を確保した。

【0033】最後に、固定層の交換結合磁界について説明する。固定層をbcc強磁性膜とした場合、従来のGMRヘッドで用いられているPtMn反強磁性膜をbcc強磁性膜の上方にダイレクトに形成しても、十分な交換結合磁界が得られない。PtMn反強磁性膜はfctの結晶構造を有しており、bcc強磁性膜上にはfctのPtMn反強磁性膜はエピタキシャル成長できないためである。

【0034】これに対し、本実施例では、bcc強磁性膜200とPtMn反強磁性膜300との中間にfcc強磁性膜201を介在させている。一般に、強磁性膜どうしの磁気的結合は極めて強い。また、図7に示すように、fcc強磁性膜とPtMn反強磁性膜との交換結合により発生する一方向異方性エネルギー一定数 K_e は、約 0.32 erg/cm^2 (0.00032 J/m^3)と大きく、ブロッキング温度 T_B も 380°C と高い。たとえば、bcc強磁性膜200として1.5nmのFe膜、fcc強磁性膜201として1.5nmのCo₉₀Fe₁₀膜を採用した場合、Fe/Co₉₀Fe₁₀膜とPtMn反強磁性膜との交換結合磁界 H_{ex} は、 $K_e = t M_s H_{ex}$ なる関係式より換算すると、約 6950 e (8.73 A/m)であり、十分に大きい。よって、bcc強磁性膜とPtMn反強磁性膜との中間にfcc強磁性膜を配置することで、十分な交換結合磁界を確保できる。

【0035】〔実施例3〕図3は、本発明によるスピントンネル型磁気抵抗効果ヘッドの他の構造例を示す拡大断面図である。このスピントンネル型磁気抵抗効果ヘッドは、下部電極500上に、PtMn反強磁性膜300と、反強磁性膜により磁化方向が固定されるfcc強磁性膜201とbcc強磁性膜200より構成される固定層と、障壁層400と、外部磁界に応じて磁化方向が自

由に変化するbcc強磁性膜100とfcc強磁性膜101より構成される自由層と、上部電極501とを含み、順次積層して構成される。素子両端部には、バルクハウゼンノイズを抑制するための、たとえば、アルミナ絶縁膜600/CrPtハード膜700/アルミナ絶縁膜600を配置した。

【0036】代表的な材料、膜厚は、以下の通りである。下部電極500は、Ru膜より構成され、膜厚は50nmである。Pt₅₀Mn₅₀反強磁性膜300の膜厚は、20nmである。fcc強磁性膜201は、Co₉₀Fe₁₀膜より構成され、膜厚は1.5nmである。bcc強磁性膜200は、Fe膜より構成され、膜厚は1.5nmである。バリア層400は、AlO_x膜より構成され、膜厚は0.8nmである。bcc強磁性膜100はFe膜より構成され、膜厚は2nmである。fcc強磁性膜101は、Ni₈₁Fe₁₉膜より構成され、膜厚は10nmである。上部電極501は、Ru膜より構成され、膜厚は50nmである。

【0037】本実施例では、バリア層400に接している、bcc強磁性膜100（自由層）とbcc強磁性膜200（固定層）に、Fe膜を採用している。図7、8に示すように、Fe膜のスピンの極率Pは、0.40であり、TMR比38%が得られる。また、図7、8に示すように、bcc強磁性膜100（自由層）とbcc強磁性膜200（固定層）に、Ni₂₅Fe₇₅膜を採用した場合には、Ni₂₅Fe₇₅膜のスピンの極率Pは、0.47であることから、TMR比57%が得られる。このように、バリア層に接している強磁性膜の両方をbcc強磁性膜とすることにより、従来技術よりも大きなTMR比を確保できる。

【0038】次に、自由層の軟磁気特性について説明する。一般に、bcc強磁性膜は、軟磁気特性があまりよくないことで知られている。よって、bcc強磁性膜単層では自由層として機能しない。本発明では、上述のように、bcc強磁性膜100の上側に軟磁気特性に優れたfcc強磁性膜101を配置している。自由層をbcc強磁性膜/fcc強磁性膜の2層構成とすることで、軟磁気特性を確保した。

【0039】最後に、固定層の交換結合磁界について説明する。固定層をbcc強磁性膜とした場合、従来のGMRヘッドで用いられているPtMn反強磁性膜上にbcc強磁性膜をダイレクトに形成しても、十分な交換結合磁界が得られない。PtMn反強磁性膜はfccの結晶構造を有しており、fccのPtMn反強磁性膜上にはbcc強磁性膜はエピタキシャル成長できないためである。

【0040】これに対し、本実施例では、PtMn反強磁性膜300とbcc強磁性膜200との中間にfcc強磁性膜201を介在させている。一般に、強磁性膜どうしの磁気的結合は極めて強い。また、図7に示すよう

に、PtMn反強磁性膜とfcc強磁性膜との交換結合により発生する一方向異方性エネルギー定数K_eは、約0.32erg/cm² (0.00032J/m³)と大きく、ブロッキング温度T_Bも380℃と高い。たとえば、fcc強磁性膜201として1.5nmのCo₉₀Fe₁₀膜、bcc強磁性膜200として1.5nmのFe膜を採用した場合、PtMn反強磁性膜とCo₉₀Fe₁₀/Fe膜との交換結合磁界H_{e_x}は、K_e=tM_sH_{e_x}なる関係式より換算すると、約6950e (8.73A/m)であり、十分に大きい。よって、PtMn反強磁性膜とbcc強磁性膜との中間にfcc強磁性膜を配置することで、十分な交換結合磁界を確保できる。

【0041】〔実施例4〕図4は、本発明によるスピントンネル型磁気抵抗効果ヘッドの他の構造例を示す拡大断面図である。このスピントンネル型磁気抵抗効果ヘッドは、下部電極500上に、外部磁界に応じて磁化方向が自由に変化するfcc強磁性膜101より構成される自由層と、障壁層400と、反強磁性膜により磁化方向が固定されるbcc強磁性膜200より構成される固定層と、CrMnPt反強磁性膜300と、上部電極501とを含み、順次積層して構成される。素子両端部には、バルクハウゼンノイズを抑制するための、たとえば、アルミナ絶縁膜600/CrPtハード膜700/アルミナ絶縁膜600を配置した。

【0042】代表的な材料、膜厚は、以下の通りである。下部電極500は、Ru膜より構成され、膜厚は50nmである。fcc強磁性膜101は、Co₉₀Fe₁₀膜より構成され、膜厚は5nmである。バリア層400は、AlO_x膜より構成され、膜厚は0.8nmである。bcc強磁性膜200はFe膜より構成され、膜厚は3nmである。CrMnPt反強磁性膜300の膜厚は、20nmである。上部電極501は、Ru膜より構成され、膜厚は50nmである。

【0043】本実施例では、バリア層400に接している、fcc強磁性膜101（自由層）にCo₉₀Fe₁₀膜を、bcc強磁性膜200（固定層）にFe膜を採用している。図7、8に示すように、Co₉₀Fe₁₀膜、Fe膜のスピンの極率Pは、0.35、0.40であり、TMR比33%が得られる。また、図7、8に示すように、fcc強磁性膜101（自由層）にCo₉₀Fe₁₀膜を、bcc強磁性膜200（固定層）にNi₂₅Fe₇₅膜を採用した場合には、Co₉₀Fe₁₀膜、Ni₂₅Fe₇₅膜のスピンの極率Pは、0.35、0.47であることから、TMR比39%が得られる。このように、バリア層に接している強磁性膜の片方をbcc強磁性膜とすることにより、従来技術よりも大きなTMR比を確保できる。

【0044】自由層はfcc強磁性膜で構成しているので、軟磁気特性に問題はない。次に、固定層の交換結合

磁界について説明する。固定層をbcc強磁性膜とした場合、従来のGMRヘッドで用いられているPtMn反強磁性膜を、bcc強磁性膜の上方に形成しても、十分な交換結合磁界が得られない。PtMn反強磁性膜はfccの結晶構造を有しており、bcc強磁性膜上にはfccのPtMn反強磁性膜はエピタキシャル成長できないためである。

【0045】これに対し、図7に示すように、bcc強磁性膜とCrMnPt反強磁性膜との交換結合により発生する一方向異方性エネルギー定数 K_e は、約0.14-0.345 erg/cm² (0.00014-0.00345 J/m²)と大きく、ブロッキング温度 T_B も320-380℃と高い。たとえば、Fe膜3nmの場合、Fe膜とCrMnPt反強磁性膜との交換結合磁界 H_{ex} は、 $K_e = t M_s H_{ex}$ なる関係式より換算すると、約300-700 Oe (3.77-8.79 A/m)であり、十分に大きい。よって、bcc強磁性膜上にCrMnPt反強磁性膜を配置することで、十分な交換結合磁界を確保できる。

【0046】〔実施例5〕図5は、本発明によるスピントネル型磁気抵抗効果ヘッドの他の構造例を示す拡大断面図である。このスピントネル型磁気抵抗効果ヘッドは、下部電極500上に、外部磁界に応じて磁化方向が自由に变化するfcc強磁性膜101より構成される自由層と、障壁層400と、反強磁性膜により磁化方向が固定されるbcc強磁性膜200とfcc強磁性膜201より構成される固定層と、PtMn反強磁性膜300と、上部電極501とを含み、順次積層して構成される。素子両端部には、バルクハウゼンノイズを抑制するための、たとえば、アルミナ絶縁膜600/CoCrPtハード膜700/アルミナ絶縁膜600を配置した。

【0047】代表的な材料、膜厚は、以下の通りである。下部電極500は、Ru膜より構成され、膜厚は50nmである。fcc強磁性膜101は、Co₉₀Fe₁₀膜より構成され、膜厚は5nmである。バリア層400は、AlO_x膜より構成され、膜厚は0.8nmである。bcc強磁性膜200は、Fe膜より構成され、膜厚は1.5nmである。fcc強磁性膜201は、Co₉₀Fe₁₀膜より構成され、膜厚は1.5nmである。Pt₅₀Mn₅₀反強磁性膜300の膜厚は、20nmである。上部電極501は、Ru膜より構成され、膜厚は50nmである。

【0048】本実施例では、バリア層400に接している、fcc強磁性膜101（自由層）にCo₉₀Fe₁₀膜を、bcc強磁性膜200（固定層）にFe膜を採用している。図7、8に示すように、Co₉₀Fe₁₀膜、Fe膜のスピント分極率Pは、0.35、0.40であり、TMR比33%が得られる。また、図7、8に示すように、fcc強磁性膜101（自由層）にCo₉₀Fe₁₀膜を、bcc強磁性膜200（固定層）に

Ni₂₅Fe₇₅膜を採用した場合には、Co₉₀Fe₁₀膜、Ni₂₅Fe₇₅膜のスピント分極率Pは、0.35、0.47であることから、TMR比39%が得られる。このように、バリア層に接している強磁性膜の片方をbcc強磁性膜とすることにより、従来技術よりも大きなTMR比を確保できる。

【0049】自由層はfcc強磁性膜で構成しているので、軟磁気特性に問題はない。次に、固定層の交換結合磁界について説明する。固定層をbcc強磁性膜とした場合、従来のGMRヘッドで用いられているPtMn反強磁性膜をbcc強磁性膜の上方にダイレクトに形成しても、十分な交換結合磁界が得られない。PtMn反強磁性膜はfccの結晶構造を有しており、bcc強磁性膜上にはfccのPtMn反強磁性膜はエピタキシャル成長できないためである。

【0050】これに対し、本実施例では、bcc強磁性膜200とPtMn反強磁性膜300との中間にfcc強磁性膜201を介在させている。一般に、強磁性膜どうしの磁氣的結合は極めて強い。また、図7に示すように、fcc強磁性膜とPtMn反強磁性膜との交換結合により発生する一方向異方性エネルギー定数 K_e は、約0.32 erg/cm² (0.00032 J/m³)と大きく、ブロッキング温度 T_B も380℃と高い。たとえば、bcc強磁性膜200として1.5nmのFe膜、fcc強磁性膜201として1.5nmのCo₉₀Fe₁₀膜を採用した場合、Fe/Co₉₀Fe₁₀膜とPtMn反強磁性膜との交換結合磁界 H_{ex} は、 $K_e = t M_s H_{ex}$ なる関係式より換算すると、約695 Oe (8.73 A/m)であり、十分に大きい。よって、bcc強磁性膜とPtMn反強磁性膜との中間にfcc強磁性膜を配置することで、十分な交換結合磁界を確保できる。

【0051】〔実施例6〕図6は、本発明によるスピントネル型磁気抵抗効果ヘッドの他の構造例を示す拡大断面図である。このスピントネル型磁気抵抗効果ヘッドは、下部電極500上に、PtMn反強磁性膜300と、反強磁性膜により磁化方向が固定されるfcc強磁性膜201とbcc強磁性膜200より構成される固定層と、障壁層400と、外部磁界に応じて磁化方向が自由に变化するfcc強磁性膜101より構成される自由層と、上部電極501とを含み、順次積層して構成される。素子両端部には、バルクハウゼンノイズを抑制するための、たとえば、アルミナ絶縁膜600/CoCrPtハード膜700/アルミナ絶縁膜600を配置した。

【0052】代表的な材料、膜厚は、以下の通りである。下部電極500は、Ru膜より構成され、膜厚は50nmである。Pt₅₀Mn₅₀反強磁性膜300の膜厚は、20nmである。fcc強磁性膜201は、Co₉₀Fe₁₀膜より構成され、膜厚は1.5nmである。bcc強磁性膜200は、Fe膜より構成され、膜

厚は1.5nmである。バリア層400は、 AlO_x 膜より構成され、膜厚は0.8nmである。fcc強磁性膜101は、 $\text{Co}_{90}\text{Fe}_{10}$ 膜より構成され、膜厚は5nmである。上部電極501は、Ru膜より構成され、膜厚は50nmである。

【0053】本実施例では、バリア層400に接している、fcc強磁性膜101（自由層）に $\text{Co}_{90}\text{Fe}_{10}$ 膜を、bcc強磁性膜200（固定層）に、Fe膜を採用している。図7、8に示すように、 $\text{Co}_{90}\text{Fe}_{10}$ 膜、Fe膜のスピンスピン分極率Pは、0.35、0.40であり、TMR比33%が得られる。また、図7、8に示すように、fcc強磁性膜101（自由層）に $\text{Co}_{90}\text{Fe}_{10}$ 膜を、bcc強磁性膜200（固定層）に $\text{Ni}_{25}\text{Fe}_{75}$ 膜を採用した場合には、 $\text{Co}_{90}\text{Fe}_{10}$ 膜、 $\text{Ni}_{25}\text{Fe}_{75}$ 膜のスピンスピン分極率Pは、0.35、0.47であることから、TMR比39%が得られる。このように、バリア層に接している強磁性膜の片方をbcc強磁性膜とすることにより、従来技術よりも大きなTMR比を確保できる。

【0054】次に、自由層はfcc強磁性膜で構成しているため、軟磁気特性に問題はない。最後に、固定層の交換結合磁界について説明する。固定層をbcc強磁性膜とした場合、従来のGMRヘッドで用いられているPtMn反強磁性膜上にbcc強磁性膜をダイレクトに形成しても、十分な交換結合磁界が得られない。PtMn反強磁性膜はfccの結晶構造を有しており、fccのPtMn反強磁性膜上にはbcc強磁性膜はエピタキシャル成長できないためである。これに対し、本実施例では、PtMn反強磁性膜300とbcc強磁性膜200との中間にfcc強磁性膜201を介在させている。一般に、強磁性膜どうしの磁氣的結合は極めて強い。また、図7に示すように、PtMn反強磁性膜とfcc強磁性膜との交換結合により発生する一方向異方性エネルギー定数 K_e は、約 0.32 erg/cm^2 (0.00032 J/m^3)と大きく、ブロッキング温度 T_B も380℃と高い。たとえば、fcc強磁性膜201として1.5nmの $\text{Co}_{90}\text{Fe}_{10}$ 膜、bcc強磁性膜200として1.5nmのFe膜を採用した場合、PtMn反強磁性膜と $\text{Co}_{90}\text{Fe}_{10}$ /Fe膜との交換結合磁界 H_{ex} は、 $K_e = tM_s H_{ex}$ なる関係式より換算すると、約6950e (8.73 A/m)であり、十分に大きい。よって、PtMn反強磁性膜とbcc強磁性膜との中間にfcc強磁性膜を配置することで、十分な交換結合磁界を確保できる。

【0055】〔実施例7〕図9は、本発明によるスピントンネル型磁気抵抗効果ヘッドを用いた磁気ディスク装置の一例を示す概略図である。この例は、磁気記録装置としての磁気ディスク装置に本発明によるスピントンネル型磁気抵抗効果ヘッドを適用した概要を示すものである。しかしながら、本発明のスピントンネル型磁気抵抗

効果ヘッドは、たとえば、磁気テープ装置などのような磁気記録装置、あるいは光磁気ディスク装置等にも適用することが可能である。

【0056】図示した磁気ディスク装置は、同心円状のトラックとよばれる記録領域にデータを記録するための、ディスク状に形成された磁気記録媒体としての磁気ディスク10と、本発明によるスピントンネル型磁気抵抗効果ヘッドからなり、上記データの読み取り、書き込みを実施するための磁気ヘッド18と、該磁気ヘッド18を支え磁気ディスク10上の所定位置へ移動させるアクチュエーター手段と、磁気ヘッド18が読み取り、書き込みするデータの送受信及びアクチュエーター手段の移動などを制御する制御手段とを含み構成される。

【0057】さらに、構成と動作について以下に説明する。少なくとも一枚の回転可能な磁気ディスク10が回転軸12によって支持され、駆動用モーター14によって回転させられる。少なくとも一個のスライダ16が、磁気ディスク10上に設置され、該スライダ16は、一個以上設けられており、読み取り、書き込みするための磁気ヘッド18を支持している。なお、図では、スライダ16上に位置する磁気ヘッド18を取り出して拡大して模式的に示している。

【0058】磁気ディスク10が回転すると同時に、スライダ16がディスク表面を移動することによって、目的とするデータが記録されている所定位置へアクセスされる。スライダ16は、ジンバル20によってアーム22にとりつけられる。ジンバル20はわずかな弾力性を有し、スライダ16を磁気ディスク10に密着させる。アーム22はアクチュエーター24に取り付けられる。

【0059】アクチュエーター24としてはボイスコイルモーター（以下、VCMと称す）がある。VCMは固定された磁界中に置かれた移動可能なコイルからなり、コイルの移動方向および移動速度等は、制御手段26からライン30を介して与えられる電気信号によって制御される。したがって、本実施例によるアクチュエーター手段は、例えば、スライダ16とジンバル20とアーム22とアクチュエーター24とライン30を含み構成されるものである。

【0060】磁気ディスクの動作中、磁気ディスク10の回転によってスライダ16とディスク表面の間に空気流によるエアベアリングが生じ、それがスライダ16を磁気ディスク10の表面から浮上させる。したがって、磁気ディスク装置の動作中、本エアベアリングはジンバル20のわずかな弾力性とバランスをとり、スライダ16は磁気ディスク表面にふれずに、かつ磁気ディスク10と一定間隔を保って浮上するように維持される。

【0061】通常、制御手段26はロジック回路、メモリ、及びマイクロプロセッサなどから構成される。そし

17

て、制御手段26は、各ラインを介して制御信号を送受信し、かつ磁気ディスク装置の種々の構成手段を制御する。例えば、モーター14はライン28を介し伝達されるモーター駆動信号によって制御される。

【0062】アクチュエーター24はライン30を介したヘッド位置制御信号及びシーク制御信号等によって、その関連する磁気ディスク10上の目的とするデータトラックへ選択されたスライダ16を最適に移動、位置決めするように制御される。

【0063】そして、制御信号26は、磁気ヘッド18が磁気ディスク10のデータを読み取り変換した電気信号を、ライン32を介して受信し解読する。また、磁気ディスク10にデータとして書き込むための電気信号を、ライン32を介して磁気ヘッド18に送信する。すなわち、制御手段26は、磁気ヘッド18が読み取りまたは書き込みする情報の送受信を制御している。

【0064】なお、上記の読み取り、書き込み信号は、磁気ヘッド18から直接伝達される手段も可能である。また、制御信号として例えばアクセス制御信号およびクロック信号などがある。さらに、磁気ディスク装置は複数の磁気ディスクやアクチュエーター等を有し、該アクチュエーターが複数の磁気ヘッドを有してもよい。

【0065】さらに、以上の実施例において説明したCrMnPt反強磁性膜300は、不規則相を有する他のCrMn系反強磁性膜、例えばCrMnRh、CrMnPd、CrMnAu、CrMnAg、CrMnCo、CrMnCu反強磁性膜で置き換えても同様の効果が得られる。また、以上の実施例において説明したPtMn反強磁性膜300は、規則相の面心正方晶(fct)構造を有する他の反強磁性膜、例えばNiMn、PdMn、AuMn、(PdPt)Mn反強磁性膜で置き換えても同様の効果が得られる。

【0066】さらに、上記実施例では、交換結合磁界を強磁性膜と反強磁性膜とのダイレクトな交換結合により確保したが、いわゆる強磁性膜/Ru/強磁性膜/CrMnPt、強磁性膜/Ru/強磁性膜/PtMn、あるいはCrMnPt/強磁性膜/Ru/強磁性膜、PtMn/強磁性膜/Ru/強磁性膜などとした積層フェリ構造で交換結合磁界を確保してもよい。

【0067】

【発明の効果】以上詳述したように本発明によると、
(1) 障壁層に接している、自由層、固定層のいずれか一方、あるいは両方をbcc強磁性膜とした上で、
(2) 自由層としてbcc強磁性膜を選択した場合には、自由層の軟磁気特性を改善する手段を設ける、
(3) 固定層としてbcc強磁性膜を採用した場合には、bcc強磁性膜と十分に大きな交換結合磁界を確保

18

できる手段を設ける、ことの3点を、同時に満足できるbcc強磁性膜を採用したスピントンネル型磁気抵抗効果ヘッド構造が実現できる。これにより、TMR比最大約60%を実現できた。従って、従来構造より高出力なスピントンネル型磁気抵抗効果ヘッド、さらには高記録密度磁気記録再生装置を提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】自由層、固定層にbcc強磁性膜を採用し、反強磁性膜にCrMnPt膜を採用したスピントンネル型磁気抵抗効果ヘッドの拡大断面図。

【図2】自由層、固定層にbcc強磁性膜を採用し、反強磁性膜にPtMn膜(上置きタイプ)を採用したスピントンネル型磁気抵抗効果ヘッドの拡大断面図。

【図3】自由層、固定層にbcc強磁性膜を採用し、反強磁性膜にPtMn膜(下置きタイプ)を採用したスピントンネル型磁気抵抗効果ヘッドの拡大断面図。

【図4】自由層にfcc強磁性膜、固定層にbcc強磁性膜を採用し、反強磁性膜にCrMnPt膜を採用したスピントンネル型磁気抵抗効果ヘッドの拡大断面図。

【図5】自由層にfcc強磁性膜、固定層にbcc強磁性膜を採用し、反強磁性膜にPtMn膜(上置きタイプ)を採用したスピントンネル型磁気抵抗効果ヘッドの拡大断面図。

【図6】自由層にfcc強磁性膜、固定層にbcc強磁性膜を採用し、反強磁性膜にPtMn膜(下置きタイプ)を採用したスピントンネル型磁気抵抗効果ヘッドの拡大断面図。

【図7】bcc-Co₉₀Fe₁₀、bcc-Fe、bcc-Ni₂₅Fe₇₅のスピン分極率Pと、bcc強磁性膜とCrMnPt反強磁性膜との一方向異方性エネルギー一定数K。及びブロッキング温度T_Bと、fcc強磁性膜とPtMn反強磁性膜との一方向異方性エネルギー一定数K。及びブロッキング温度T_Bの説明図。

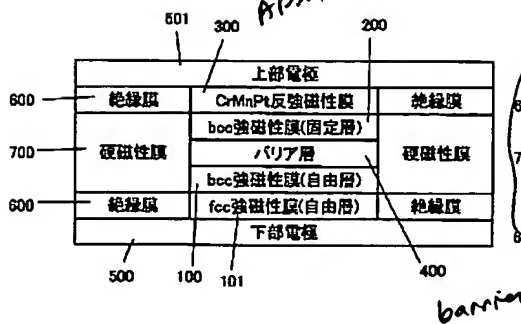
【図8】各種材料のスピン分極率Pと、自由層、固定層の組み合わせの結果得られるTMR比の説明図。

【図9】本発明による磁気ディスク装置の概略説明図。

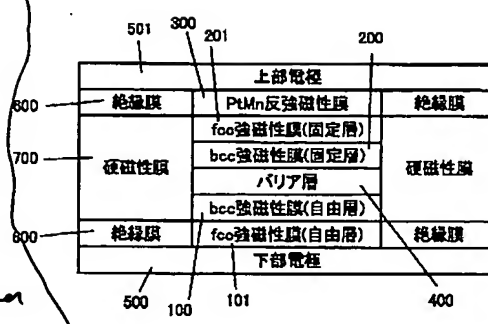
【符号の説明】

10…磁気ディスク、12…回転軸、14…モーター、16…スライダ、18…磁気ヘッド、20…ジンバル、22…アーム、24…アクチュエーター、26…制御手段、28、30、32…ライン、500…基板、100…bcc強磁性膜(自由層)、101…fcc強磁性膜(自由層)、200…bcc強磁性膜(固定層)、201…fcc強磁性膜(固定層)、300…CrMnPt反強磁性膜、PtMn反強磁性膜、400…バリア層、500…下部電極、501…上部電極、600…絶縁膜、700…ハード膜

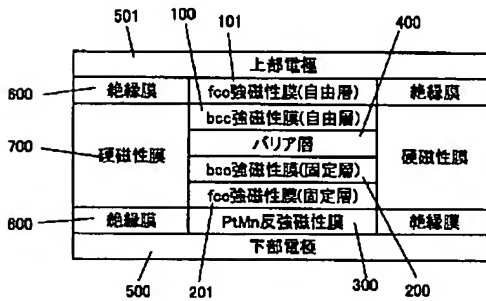
【図1】



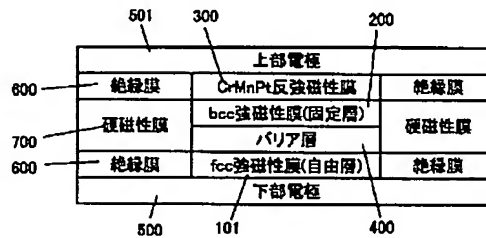
【図2】



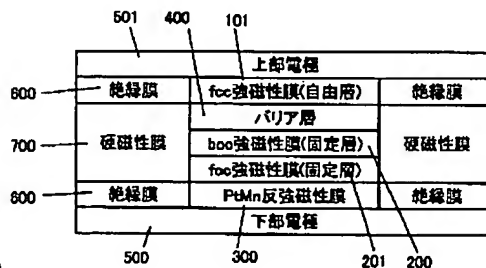
【図3】



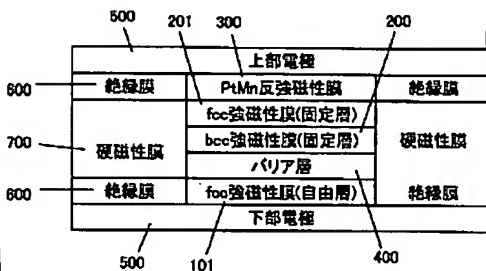
【図4】



【図6】



【図5】



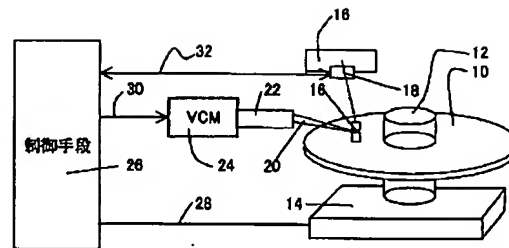
【図8】

【図7】

| 代表的な材料 | スピンドレ率 P | 一方異方性エネルギー定数 K_u (erg/cm ²) | ブロッキング温度 T_B (°C) |
|---------------------------------------|---------------|--|------------------------|
| fcc-Co ₉₀ Fe ₁₀ | 0.35 | — | — |
| bcc-Fe | 0.40 | — | — |
| bcc-Ni ₂₅ Fe ₇₅ | 0.47 | — | — |
| AF-CrMnPt ₁₀ | — | 0.14-0.345 | 320-380 |
| AF-Pt ₅₀ Mn ₅₀ | — | 0.32 | 380 |

| 代表的な材料 | | スピンドレ率 | | MR比 $2P_1P_2/1-P_1P_2$ |
|---------------------------------------|---------------------------------------|-------------|-------------|---------------------------|
| 自由層 | 固定層 | P_1 (自由層) | P_2 (固定層) | |
| fcc-Co ₉₀ Fe ₁₀ | fcc-Co ₉₀ Fe ₁₀ | 0.35 | 0.35 | 28% |
| fcc-Co ₉₀ Fe ₁₀ | bcc-Fe | 0.35 | 0.40 | 33% |
| fcc-Co ₉₀ Fe ₁₀ | bcc-Ni ₂₅ Fe ₇₅ | 0.35 | 0.47 | 39% |
| bcc-Fe | bcc-Fe | 0.40 | 0.40 | 38% |
| bcc-Ni ₂₅ Fe ₇₅ | bcc-Ni ₂₅ Fe ₇₅ | 0.47 | 0.47 | 57% |

【図9】



フロントページの続き

(72)発明者 早川 純
東京都国分寺市東恋ヶ窪一丁目280番地
株式会社日立製作所中央研究所内

Fターム(参考) 2G017 AA01 AB07 AD54
5D034 BA02 BA03 BA04 BA05 CA06
CA08
5E049 AA01 AA07 AA09 AC00 AC05
BA12 CB01